

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-32216
(P2000-32216A)

(43)公開日 平成12年1月28日(2000.1.28)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 4 N 1/028		H 0 4 N 1/028	C
H 0 1 L 27/148		5/335	Q
27/146		9/07	A
H 0 4 N 1/19		H 0 1 L 27/14	B
5/335			A

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

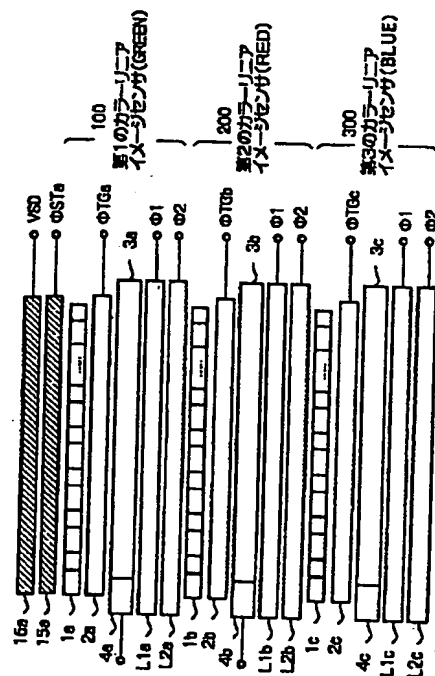
(21)出願番号	特願平10-343277	(71)出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22)出願日	平成10年12月2日(1998.12.2)	(72)発明者	木村 哲司 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内
(31)優先権主張番号	特願平10-126093	(74)代理人	100070219 弁理士 若林 忠 (外4名)
(32)優先日	平成10年5月8日(1998.5.8)		
(33)優先権主張国	日本 (J P)		

(54)【発明の名称】 カラーリニアイメージセンサ

(57)【要約】

【課題】 シャッター機能が全くない従来のカラーリニアイメージセンサとほぼ同一のライン間距離を保ちながら、RGBとも適切な露光量のカラーリニアイメージセンサを実現する。

【解決手段】 入射光に対する感度がそれぞれ異なる第1ないし第3のリニアイメージセンサが入射光に対して最も感度が高くなるものから順に外側から配置され、さらに入射光側となる入射光に対して最も感度が高くなるリニアイメージセンサの露光量を調節するためのシャッターゲートおよびシャッタードレインを設けた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射光に対する感度がそれぞれ異なる第1ないし第3のリニアイメージセンサが前記入射光に対して最も感度が高くなるものから順に外側から配置され、

さらに前記入射光側となる入射光に対して最も感度が高くなるリニアイメージセンサの露光量を調節するためのシャッターゲートおよびシャッタードレインを設けたことを特徴とするカラーリニアイメージセンサ。

【請求項2】 請求項1記載のカラーリニアイメージセンサの使用法であって、前記シャッターゲートに供給される前記入射光に対して最も感度が高くなるリニアイメージセンサに蓄積された信号電荷を前記シャッターゲートを經由して前記シャッタードレインに排出するための第1のバースのバース間隔を変更して、前記入射光に対して最も感度が高くなるリニアイメージセンサから出力される出力電圧を変更することを特徴とするカラーリニアイメージセンサの使用法。

【請求項3】 入射光に対する感度がそれぞれ異なる第1ないし第3のリニアイメージセンサが前記入射光に対して最も感度が高くなるものから順に外側から配置され、さらに前記入射光に対して最も感度が高くなるリニアイメージセンサの露光量を調節するためのシャッターゲートおよびシャッタードレインが設けられており、前記第1ないし第3のリニアイメージセンサが、入射光を信号電荷に変換する第1から第3の受光部と、前記第1から第3の受光部で変換された信号電荷を読み出す第1から第3の信号電荷読み出し部と、前記第1から第3の信号電荷読み出し部で読み出した信号電荷を駆動クロックに同期して転送する第1から第3の信号電荷転送部と、前記第1から第3の信号電荷転送部から転送された信号電荷を信号電圧に変換して外部に出力する第1から第3の信号出力部と、前記第1から第3の信号電荷転送部のそれぞれに供給される2つの駆動クロックを供給するための第1から第6のバースラインとを具備するカラーリニアイメージセンサの製造方法であって、N型半導体基板の上にP型不純物をイオン注入し、さらに高温で熱拡散を行ってP型ウェルを形成するステップと、前記第1から第3の受光部を形成する所定の場所にN型不純物をイオン注入し、高温で熱拡散して第1のN型領域を形成するステップと、前記第1から第3の信号電荷転送部および前記シャッタードレインを形成する所定の場所にN型不純物をイオンを注入し、高温で熱拡散して第2と第3のN型領域を形成するステップと、熱酸化膜を絶縁膜として所定の場所に前記シャッターゲートと前記第1から第3の信号電荷読み出し部および前記第1から第3の信号電荷転送部を形成するステップ

と、

多結晶シリコン電極をマスクしP型不純物をイオン注入して、前記第1から第3の受光部を形成するP型領域を前記多結晶シリコンとセルフアラインで形成するステップと、を含むことを特徴とするカラーリニアイメージセンサの製造方法。

【請求項4】 入射光に対する感度がそれぞれ異なる第1ないし第3のリニアイメージセンサが第1ないし第3の色成分についてそれぞれ設けられた複数のリニアイメージセンサを備え、入射光の各色成分を検出するカラーリニアイメージセンサにおいて、

前記第1ないし第3のリニアイメージセンサは、前記入射光に対して最も感度が高くなるもの、最も感度が低くなるもの、2番目に感度が高くなるものの順に外側から配置され、

前記入射光に対して最も感度が高くなるリニアイメージセンサの位置に設けられ、該リニアイメージセンサの露光量を調節するための第1のシャッターゲートおよび第1のシャッタードレインと、

前記入射光に対して2番目に感度が高くなるリニアイメージセンサの位置に設けられ、該リニアイメージセンサの露光量を調節するための第2のシャッターゲートおよび第2のシャッタードレインと、を有することを特徴とするカラーリニアイメージセンサ。

【請求項5】 請求項4記載のカラーリニアイメージセンサにおいて、

前記入射光に対して最も感度の高いリニアイメージセンサは、入射光を信号電荷に変換する第1の受光部と、前記第1の受光部で変換された信号電荷を読み出す第1の信号電荷読み出し部と、前記第1の信号電荷読み出し部で読み出した信号電荷を第1と第2の駆動クロックに同期して転送する第1の信号電荷転送部と、前記第1の信号電荷転送部から転送された信号電荷を信号電圧に変換して外部に出力する第1の信号出力部と、前記第1の信号電荷転送部に前記第1と第2の駆動クロックをそれぞれ供給する第1と第2のバースラインとを具備し、前記入射光に対して最も感度の低いリニアイメージセンサおよび2番目に感度の高いリニアイメージセンサのそれぞれは、入射光を電気信号に変換する第2および第3の受光部と、前記第2および第3の受光部で変換された信号電荷を読み出す第2および第3の信号電荷読み出し部と、前記第2および第3の信号電荷読み出し部で読み出した信号電荷を第2と第3の駆動クロックに同期して転送する第2の信号電荷転送部と、前記第2の信号電荷転送部から転送された信号電荷を信号電圧に変換して外部に出力する第2の信号出力部と、前記第2の信号電荷転送部に前記第3の駆動クロックを供給する第3のバースラインとを具備し、前記第2の信号電荷転送部と前記第2の信号出力部および前記第1と第3のバースラインを前記入射光に対して

最も感度が低いリニアイメージセンサおよび2番目に感度の高いリニアイメージセンサで共用したことを特徴とするカラーリニアイメージセンサ。

【請求項6】 請求項4記載のカラーリニアイメージセンサの使用方法であって、

前記第1のシャッターゲートに入力される前記入射光に対して最も感度が高くなるリニアイメージセンサに蓄積された信号電荷を前記第1のシャッターゲートを經由して前記第1のシャッタードレインに排出するための第1のバースと、前記第2のシャッターゲートに入力される前記入射光に対して2番目に感度が高くなるリニアイメージセンサに蓄積された信号電荷を前記第2のシャッターゲートを經由して前記第2のシャッタードレインに排出するための第2のバース間隔を変更して、前記第1および第3のリニアイメージセンサから出力される出力電圧を変更することを特徴とするカラーリニアイメージセンサ。

【請求項7】 入射光に対する感度がそれぞれ異なる第1ないし第3のリニアイメージセンサが第1ないし第3の色成分についてそれぞれ設けられた複数のリニアイメージセンサを備え、前記複数のリニアイメージセンサは、前記入射光に対して最も感度が高くなるもの、最も感度が低くなるもの、2番目に感度が高くなるものの順に外側から配置され、前記入射光側の最も感度が高くなるリニアイメージセンサの位置に設けられ、該リニアイメージセンサの露光量を調節するための第1のシャッターゲートおよび第1のシャッタードレインと、前記入射光の対して2番目に感度が高くなるリニアイメージセンサの位置に設けられ、該リニアイメージセンサの露光量を調節するための第2のシャッターゲートおよび第2のシャッタードレインと、を有し、前記入射光に対して最も感度の高いリニアイメージセンサは、入射光を信号電荷に変換する第1の受光部と、前記第1の受光部で変換された信号電荷を読み出す第1の信号電荷読み出し部と、前記第1の信号電荷読み出し部で読み出した信号電荷を第1と第2の駆動クロックに同期して転送する第1の信号電荷転送部と、前記第1の信号電荷転送部から転送された信号電荷を信号電圧に変換して外部に出力する第1の信号出力部と、前記第1の信号電荷転送部に前記第1と第2の駆動クロックをそれぞれ供給する第1と第2のバースラインとを具備し、前記入射光に対して最も感度の低いリニアイメージセンサおよび2番目に感度の高いリニアイメージセンサのそれぞれは、入射光を電気信号に変換する第2および第3の受光部と、前記第2および第3の受光部で変換された信号電荷を読み出す第2および第3の信号電荷読み出しと、前記第2および第3の信号電荷読み出し部で読み出した信号電荷を第2と第3の駆動クロックに同期して転送する第2の信号電荷転送部と、前記第2の信号電荷転

送部から転送された信号電荷を信号電圧に変換して外部に出力する第2の信号出力部と、前記第2の信号電荷転送部に前記第3の駆動クロックを供給する第3のバースラインとを具備し、

前記第2の信号電荷転送部と前記第2の信号出力部および前記第1と第3のバースラインを前記入射光に対して最も感度が低いリニアイメージセンサおよび2番目に感度の高いリニアイメージセンサで共用するカラーリニアイメージセンサの製造方法であって、

10 N型半導体基板の上にP型不純物をイオン注入し、さらに高温で熱拡散を行ってP型ウェルを形成するステップと、

前記第1から第3の受光部を形成する所定の場所にN型不純物をイオン注入し、高温で熱拡散してN型領域を形成するステップと、

前記第1から第3の信号電荷転送部および前記シャッタードレインを形成する所定の場所にN型不純物をイオンを注入し、高温で熱拡散してN型領域を形成するステップと、

20 熱酸化膜を絶縁膜として所定の場所に前記シャッターゲートと前記第1から第3の信号電荷読み出し部および前記信号電荷転送部を形成するステップと、

多結晶シリコン電極をマスクしP型不純物をイオン注入して、前記第1から第3の受光部を形成するP型領域を前記多結晶シリコンとセルフアラインで形成するステップと、を含むことを特徴とするカラーリニアイメージセンサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30 【発明の属する技術分野】本発明は、受光部の信号電荷のシャッター機能を持つカラーリニアイメージセンサに関する。

【0002】

【従来の技術】カラーリニアイメージセンサは、半導体基板上に形成され、信号電荷転送機能を持つCCDリニアイメージセンサを複数本、例えば3本並列に配置し、各CCDリニアイメージセンサの受光素子列上に異なる色のカラーフィルタ（例えば、3本配置した場合には、GREEN、BLUE、RED）を形成することによって形成される半導体デバイスであり、光を信号電荷に変換し、順次出力する機能を有し、カラーキャナやカラーコピー機の光学読み取り部分のキーデバイスとして広く用いられている。

40 【0003】実際のカラーキャナやカラーコピー機ではカラーリニアイメージセンサを3色の受光部の配列方向（主走査方向）に対して垂直な方向に（副走査方向）機械的な走査を行い、被写体上の所定の場所における画像に対する色情報を得ている。すなわち、各色についてライン出力1、2、3…を用いて被写体全体のそれぞれの場所における画像に対する色情報が得られる。

【0004】図17は、カラーリニアイメージセンサの従来例の全体構成を示す図である。

【0005】従来のカラーリニアイメージセンサとしては図18に示すものがある。これは、信号電荷のコントロール機能（シャッター機能）が全くないものである。

【0006】図17に示すように、R、G、Bのカラーフィルタ（図示せず）がのった受光した光を光電変換する受光部列1001a~1001cと、蓄積された信号電荷を読み出す信号電荷読み出し部1002a~1002cと、信号電荷読み出し部1002a~1002cで読み出した信号電荷を転送して外部に出力する信号電荷転送部1003a~1003cとから構成される。

【0007】信号電荷転送部1003a~1003cは通常2相駆動のCCDシフトレジスタから成っており、2相駆動クロック（ $\phi 1$, $\phi 2$ ）を供給するためのパルスラインL1001a~L1001c, L1002a~L1002cがそれぞれの信号電荷転送部1003a~1003cに近接して配置されている。各信号電荷転送部1003a~1003cによって転送された信号電荷は浮遊拡散領域によって形成され、信号電荷を信号電圧に変換する信号電荷検出部とソースフォロウ、インバータ等のアナログ回路（図示せず）から成る出力回路1004a~1004cから外部に出力される。

【0008】図18は、図17に示したカラーリニアイメージセンサの構成を詳細に示す図であり、点線の部分X4を拡大した図である。

【0009】図中、一点鎖線と点線で示すのが多結晶シリコン電極1014a, 1014b、細い点線で示すのが素子分離領域1017、小さな正方形で示すのがコンタクト1006, 1007, 1009、実線で示すのがアルミニウム配線1005, 1008, 1010である。

【0010】図19(a)は、図17の駆動方法を示すタイミングチャートである。

【0011】受光部1001a~1001cからの信号電荷はそれぞれこれらのパルスがLOWレベルの期間に蓄積され（蓄積時間 $tTGa$, $tTGb$, $tTGc$ ）、HIGHレベルの期間にそれぞれの信号電荷転送部1003a~1003cに読み出される。ここで、それぞれの信号出力は、受光部1001a~1001cにおいて第1画素から最終画素までのすべての画素からの出力が順番に並んだライン出力であり、蓄積時間はすべて等しい（ $tTGa=tTGb=tTGc$ ）ものとする、また、これらの画素において基準レベル（光入力遮断時）からの平均信号電圧を $Vsiga$, $Vsigb$, $Vsigc$ とすると、感度に応じて、例えば、 $Vsiga>Vsigb>Vsigc$ の関係がある。

【0012】図19(b)は、露光量を入射光量ではなく、蓄積時間を色ごとに変える駆動方法を示すタイミングチャート図である。図19(b)に示すように、この

駆動方法では、3色の蓄積時間（ $tTGa$, $tTGb$, $tTGc$ ）をそれぞれ調節して、それぞれの色に合った飽和露光量（SEG, SER, SEB）を発生させて、3色とも同一の飽和出力電圧（ $Vsiga$, $Vsigb$, $Vsigc$ ）まで使用できる。

【0013】他の従来例として、図20にその全体構成が示される。

【0014】米国特許番号第5, 105, 264号公報に記載されているものがある。これは、各受光部にシャッター機能を個々に持たせたものである。

【0015】本従来例においては、シャッターゲート1015a~1015c、シャッタードレイン1016a~1016c、受光した光を光電変換する受光部列1001a~1001c、蓄積された信号電荷を読み出す信号電荷読み出し部1002a~1002c、信号電荷読み出し部1002a~1002cで読み出した信号電荷を転送して外部に出力する信号電荷転送部1003a~1003c、信号電荷転送部1003a~1003cから転送された信号電荷を信号電圧に変換して外部に出力する信号出力部1004a~1004cとから構成される。2相駆動クロック（ $\phi 1$, $\phi 2$ ）を供給するためのパルスラインL1001a~L1001c, L1002a~L1002cがそれぞれの信号電荷転送部1003a~1003cに近接して配置されている。

【0016】受光部1001a~1001cの反対側に受光部1001a~1001cの信号電荷のシャッターゲート1015a~1015cとシャッタードレイン1016a~1016cが配置されており、信号電荷の蓄積期間中（信号電荷読み出し部1002a~1002cのパルスがLOWレベルの期間）にこのコントロールゲートに供給されるパルスを任意に変え、RGBの3色とも適切な露光量を得ることができる。図20に示す本従来例においても、シャッターゲート1015a~1015c、シャッタードレイン1016a~1016cが設けられ、これらは受光部1001a~1001cの信号電荷読み出し部1002a~1002cおよび信号電荷転送部1003a~1003cと反対側に配置されている。

【0017】図21は、図20の従来例の駆動方法を示すタイミングチャートである。RGBとも蓄積時間（ $tTGa$, $tTGb$, $tTGc$ ）は同一（ $tTGa=tTGb=tTGc$ ）であり、ライン出力は3色とも同期して出力させることができる。さらに、RGB出力で感度が異なっても、シャッターゲート1015a~1015cに供給するパルスのタイミングを調節することで3色とも同一の信号電圧（ $Vsiga=Vsigb=Vsigc$ ）を得ることができる。すなわち、シャッターゲート1015a~1015cに供給されるパルス（ $\phi STa\sim\phi STc$ ）がHIGHレベルの期間では、信号電荷読み出し部1002a~1002cに印可されるパルス

($\phi STa \sim \phi STc$) がLOWレベルであるため受光部1001a~1001cに蓄積されている信号電荷はシャッタードレイン1016a~1016cに排出され、受光部1001a~1001cの信号電荷はいったんゼロになる。その後、シャッタードレイン1016a~1016cに印可されるパルスがLOWレベルになると、またそこから信号電荷の蓄積が開始される。すなわち、RGBの各出力で実質的な信号電荷の蓄積時間はそれぞれ $tSTa$ 、 $tSTb$ 、 $tSTc$ となり、この値によりRGBの各出力に対して適切な露光量を設定でき、任意の光源で3色とも同一の飽和出力電圧まで使用することができるようになる。

【0018】カラーリニアイメージセンサの性能を決める特性を1つに飽和出力電圧($Vsat$)がある、一般に、カラーリニアイメージセンサの出力電圧は、露光量(受光部への入射光量と蓄積時間の積)に対して比例する。しかしながら、ある一定の出力信号電圧以上は露光量が増加しても出力信号電圧は増加しなくなる。この値を飽和出力電圧($Vsat$)という。飽和出力電圧を与える露光量を飽和露光量という。この値が大きいくほど使用できる信号電圧振幅が大きくなり、ダイナミックレンジ(飽和出力とノイズ、例えば、暗出力との比)も大きくなるため、イメージセンサとしてはなるべく $Vsat$ の大きいことが要求される。この飽和出力は通常、受光部の最大蓄積電荷量や信号電荷転送部の最大電荷信号量あるいは信号出力部の信号電圧振幅等によって決まるが、ここでは詳細な説明は省略する。

【0019】図3は、露光量と出力電圧の関係を示す図である。図3から明らかなように、一例として、GREENが最も少ない露光量で、飽和出力電圧に達する、すなわち、最大の感度を持ち、RED、BLUEの順に感度が低下していき、BLUEはGREENの3倍の露光量が必要なが分かる。

【0020】さて、上述したような、カラーリニアイメージセンサの場合、3本のカラーリニアイメージセンサ上にカラーフィルタ(図示せず)を形成しているため、それぞれのカラーリニアイメージセンサの飽和出力電圧は、受光部や信号電荷転送部のサイズあるいはそれぞれの信号出力部において最大信号電圧振幅を意図的に変えない限りRGBの3色で同一である。また、上述したようにイメージセンサとしては飽和出力電圧はなるべく大きいほうがいいので、3色とも飽和出力電圧は同一にするほうが自然である。

【0021】ところが、上述したような、カラーリニアイメージセンサの場合、通常、RGB出力の感度(出力*

$$C = 5300 \times 12 \times 3 \times (M+1) \text{ ビット} \dots\dots\dots (1)$$

となる。ここで、Mは各受光部間のうち、隣り合う2つの受光部列間のライン間距離を走査回数で表したものであり、例えば、R、G、Bの各受光部のサイズが $8 \mu m \times$

$$M = 64 \mu m / 8 \mu m = 8 \dots\dots\dots (2)$$

* 信号電圧/露光量)は3色で同一でない。また、仮に、ある光源の下でRGB出力の感度が同一であったとしても、使用する光源が変わった場合、RGB出力の感度は同一になるとは限らない。従って、一般に、カラーリニアイメージセンサの露光量と信号出力電圧の関係は図3のようになる。

【0022】図3から分かるように、RGB出力の飽和出力 $Vsat$ は本来同一であるにもかかわらず、最大感度のGREEN以外の出力はそれぞれ $VsatR$ 、 $VsatB$ までしか出力値を使用することができない。なぜなら、飽和露光量SEG(GREEN出力の飽和出力電圧を与える露光量)を越えてこのカラーリニアイメージセンサを使用した場合、GREEN出力が飽和出力電圧を越えてしまい、GREENに関して正常な画像データを得ることができなくなるためである。また、GREENの受光部や信号電荷転送部でオーバーフローした信号電荷が他の2色の受光部や信号電荷転送部に流入して混色を起こす場合もあり得る。

【0023】いずれにしても、この例の場合では、実質的な飽和出力電圧はGREENが最大で、BLUEが最小となるため色ごとにダイナミックレンジが異なり、画質に影響を与える。もちろん、色ごとに入射光量を変えて、それぞれの飽和出力に達するようにカラーリニアイメージセンサを使用することもできないはないが、カラーキャナやカラーコピー装置において、光源の駆動が複雑になるだけでなく、コストアップにつながる。また、上述したように、オーバーフローした信号電荷が他の色の受光部や信号電荷転送部に流入する場合この方法は不適当である。

【0024】ライン間距離とは、上述したように、カラーリニアイメージセンサを用いたカラーキャナやカラーコピー機ではリニアイメージセンサの3色の受光部の配列方向(主走査方向)に対して垂直(副走査方向)に機械的な走査を行っており、被写体上の所定の場所における画像に対する3色すべての色情報を得るために、被写体の所定の場所を1本目のライン(例えば、GREEN)が走査してから3本目のライン(例えば、RED)が走査し終わるまで1、2本目の色情報を外部で記憶し、3つの色情報をそろえてから信号処理を行う必要がある。このため外部メモリが必要となる。例えば、高解像度のカラーキャナや、カラーコピーに用いられる5300画素クラスのカラーリニアイメージセンサではグレースケール(黒から白までの階調)を12ビットとる場合、必要なメモリ量は、

* $8 \mu m$ 、各受光列間のライン間距離がともに $64 \mu m$ である場合には、

となり、外部メモリの容量は1717200ビットとなる。

【0025】式(1)から容易に分かるように、外部メモリの容量を小さくするには、3本の受光列間のライン間距離を短くして1本目(例えば、GREEN)を走査*

$$5300 \times 8 \mu\text{m} = 42.4 \text{mm}$$

になり、出力回路やボンディング部分を含めると45～50mmになる。

【0027】従って、チップ長さが多少増減したところでウェハ上には2列、あるいは3列程度のパターンを作ることしかできなく、チップコストにはあまり影響を与えない。一方、チップ幅は、上記の例から分かるように、受光部と受光部間の距離(ライン間の2倍の距離)と信号電荷読み出し部の幅、信号電荷転送部の幅、パルスラインの幅、およびその他の周辺部の幅から成り、せいぜい1.0mm程度である。従って、チップ幅はチップコストを決める大きな要因となる。すなわち、上述したようなライン間距離がチップコストに大きな影響を与えるためできるだけ小さくする必要がある。

【0028】ライン間距離を決める主な要因としては、
受光部の1画素のサイズ
信号電荷読み出し部のサイズ
信号電荷転送部のサイズ
信号電荷転送部とこれに隣接する受光素子列の間の素子分離領域のサイズ(パルスラインのサイズを含む)。から成る。

【0029】例えば、図18は、図19の従来例の場合では、受光部1001a～1001cの1画素のサイズが8μm、信号電荷読み出し部1002a～1002cのサイズが10μm、信号電荷転送部1003a～1003cのサイズが12μm、信号電荷転送部1003a～1003cとこれに隣接する受光部1001a～1001c列間の素子分布領域1017のサイズが32μmあり、その他に接続部分のサイズ2μmを合わせてライン間距離d4は全部で64μm(M=8)となる。

【0030】上記の要因のうち、受光部1001a～1001cの1画素のサイズは定められた画素サイズであるため変更できない。信号電荷読み出し部1002a～1002cのサイズはこの部分を駆動するクロック配線と、この部分を形成する多結晶シリコン電極1014a、1014bを接続するための領域が必要であるため、10μm以下にするのは容易ではない。信号電荷転送部1003a～1003cのサイズはこのサイズが小さくなればなるほど信号電荷転送部1003a～1003cで処理できる最大信号電荷量が小さくなり、出力信号のダイナミックレンジも減少するため、安易な縮小は特性劣化を招く。

【0031】信号電荷転送部1003a～1003cとこれに隣接する受光列間の素子分離領域1017のサイズは素子分離領域上でパルスラインとなるアルミニウム

*してから3本目(例えば、RED)を走査するまでの走査回数を少なくする必要がある。

【0026】また、カラーリニアイメージセンサのように、非常に細長い半導体チップの場合、チップの長さは、例えば、上記の場合、受光部だけでも、
.....(3)

配線1005、1008、1010と信号電荷転送部1003a～1003cとを形成する2種類の多結晶シリコン電極1014a、1014bのうち1つをコンタクト1006、1007、1009により接続し、さらに2種類の多結晶シリコン電極1014a、1014bとをコンタクト1006、1007、1009で接続するため、信号電荷読み出し部1002a～1002cのサイズと同様に相当の大きさの領域(30μm程度)が必要となり、変更(縮小)は容易ではない。

【0032】すなわち、上記のサイズはいずれもサイズの変更が困難であり、図18の従来の技術に示したような値のライン間の距離d4がほぼ現状の最小値となっている。

【0033】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の技術のうち、図18に示した技術は受光部にシャッターゲートとシャッタードレインを全く持たない構成をとっている。

【0034】そのため、このような構成では、RGB3色の飽和電圧を同一にするためには、図20(b)に示すような露光量を入射光量でなく、蓄積時間ごとに変える駆動方法を用いる必要があるが、タイミング制御が複雑になり、また、ライン出力(ライン1、2、3)も各色で同期しないため後段の信号処理が必要になるという問題点があった。

【0035】また、米国特許第5,105,264号公報に記載されているものは、それぞれの受光部に個別にシャッターゲートとシャッタードレインを設けた構成をとっている。

【0036】ところが、このような構成では、図18に示した従来例と比較するとライン間距離が増加するという問題点があった。これは図18と図21を比較すれば明らかなように、追加されたシャッターゲートのサイズとシャッタードレインのサイズが新たにライン間距離を定める要因となるからである。具体的に数字をあげると、シャッターゲートのサイズ(アルミニウム配線を含む)として10μm程度、シャッタードレインのサイズ(アルミニウム配線を含む)として10μm程度必要となるため、ライン間距離としては20μm程度の増加となり、画素サイズ8μmの場合では、式(2)のM値として2～3ラインラインも増加してしまう。

【0037】なお、M値は各受光部位のうち、隣り合う2つの受光部列間のライン間距離を走査回数で表したものである。

【0038】本発明は上述したような従来の技術が有する問題点に鑑みてなされたものであって、従来のシャッター機能が全くない従来のカラーリニアイメージセンサとほぼ同一のライン間距離を保ちながら、RGBとも適切な露光量のカラーリニアイメージセンサ実現することを目的とする。

【0039】

【課題を解決するための手段】上記の問題点を解決するために、入射光に対する感度がそれぞれ異なる第1ないし第3のリニアイメージセンサが入射光に対して最も感度が高くなるものから順に外側から配置され、さらに入射光に対して最も感度が高くなるリニアイメージセンサの露光量を調節するためのシャッターゲートおよびシャッタードレインを設けたことを特徴とする。

【0040】また、シャッターゲートに供給される入射光に対して最も感度が高くなるリニアイメージセンサに蓄積された信号電荷をシャッターゲートを經由してシャッタードレインに排出するための第1のバースのバース間隔を変更して、入射光に対して最も感度が高くなるリニアイメージセンサから出力される出力電圧を変更することを特徴とする。

【0041】また、入射光に対する感度がそれぞれ異なる第1ないし第3のリニアイメージセンサが最も感度が高くなるものから順に外側から配置され、さらに入射光に対して最も感度が高くなるリニアイメージセンサの露光量を調節するためのシャッターゲートおよびシャッタードレインが設けられており、第1ないし第3のリニアイメージセンサが、入射光を信号電荷に変換する第1から第3の受光部と、第1から第3の受光部で変換された信号電荷を読み出す第1から第3の信号電荷読み出し部と、第1から第3の信号電荷読み出し部で読み出した信号電荷を駆動クロックに同期して転送する第1から第3の信号電荷転送部と、第1から第3の信号電荷転送部から転送された信号電荷を信号電圧に変換して外部に出力する第1から第3の信号出力部と、第1から第3の信号電荷転送部のそれぞれに供給される2つの駆動クロックを供給するための第1から第6のバースラインとを具備するカラーリニアイメージセンサの製造方法であって、N型半導体基板の上にP型不純物をイオン注入し、さらに高温で熱拡散を行ってP型ウェルを形成するステップと、第1から第3の受光部を形成する所定の場所にN型不純物をイオン注入し、高温で熱拡散して第1のN型領域を形成するステップと、第1から第3の信号電荷転送部およびシャッタードレインを形成する所定の場所にN型不純物をイオンを注入し、高温で熱拡散して第2と第3のN型領域を形成するステップと、熱酸化膜を絶縁膜として所定の場所にシャッターゲートと第1から第3の信号電荷読み出し部および第1から第3の信号電荷転送部を形成するステップと、多結晶シリコン電極をマスクしP型不純物をイオン注入して、第1から第3の受光部

を形成するP型領域を多結晶シリコンとセルフアラインで形成するステップと、を含むことを特徴とする。

【0042】また、入射光に対する感度がそれぞれ異なる第1ないし第3のリニアイメージセンサが第1ないし第3の色成分についてそれぞれ設けられた複数のリニアイメージセンサを備え、入射光の各色成分を検出するカラーリニアイメージセンサにおいて、第1ないし第3のリニアイメージセンサは、入射光に対して最も感度が高くなるもの、最も感度が低くなるもの、2番目に感度が高くなるものの順に外側から配置され、入射光に対して最も感度が高くなるリニアイメージセンサの位置に設けられ、リニアイメージセンサの露光量を調節するための第1のシャッターゲートおよび第1のシャッタードレインと、入射光に対して2番目に感度が高くなるリニアイメージセンサの位置に設けられ、リニアイメージセンサの露光量を調節するための第2のシャッターゲートおよび第2のシャッタードレインと、を有することを特徴とする。

【0043】また、入射光に対して最も感度の高いリニアイメージセンサは、入射光を信号電荷に変換する第1の受光部と、第1の受光部で変換された信号電荷を読み出す第1の信号電荷読み出し部と、第1の信号電荷読み出し部で読み出した信号電荷を第1と第2の駆動クロックに同期して転送する第1の信号電荷転送部と、第1の信号電荷転送部から転送された信号電荷を信号電圧に変換して外部に出力する第1の信号出力部と、第1の信号電荷転送部に第1と第2の駆動クロックをそれぞれ供給する第1と第2のバースラインとを具備し、入射光に対して最も感度の低いリニアイメージセンサおよび2番目に感度の高いリニアイメージセンサのそれぞれは、入射光を電気信号に変換する第2および第3の受光部と、第2および第3の受光部で変換された信号電荷を読み出す第2および第3の信号電荷読み出し部と、第2および第3の信号電荷読み出し部で読み出した信号電荷を第2と第3の駆動クロックに同期して転送する第2の信号電荷転送部と、第2の信号電荷転送部から転送された信号電荷を信号電圧に変換して外部に出力する第2の信号出力部と、第2の信号電荷転送部に第3の駆動クロックを供給する第3のバースラインとを具備し、第2の信号電荷転送部と第2の信号出力部および第1と第3のバースラインを入射光に対して最も感度が低いリニアイメージセンサおよび2番目に感度の高いリニアイメージセンサで共用したことを特徴とする。

【0044】また、第1のシャッターゲートに入力される入射光に対して最も感度が高くなるリニアイメージセンサに蓄積された信号電荷を第1のシャッターゲートを經由して第1のシャッタードレインに排出するための第1のバースと、第2のシャッターゲートに入力される入射光に対して2番目に感度が高くなるリニアイメージセンサに蓄積された信号電荷を第2のシャッターゲートを

經由して第2のシャッタードレインに排出するための第2のバース間隔を変更して、第1および第3のリニアイメージセンサから出力される出力電圧を変更することを特徴とする。

【0045】また、入射光に対する感度がそれぞれ異なる第1ないし第3のリニアイメージセンサが第1ないし第3の色成分についてそれぞれ設けられた複数のリニアイメージセンサを備え、複数のリニアイメージセンサは、入射光に対して最も感度が高くなるもの、最も感度が低くなるもの、2番目に感度が高くなるものの順に外側から配置され、入射光に対して最も感度が高くなるリニアイメージセンサの位置に設けられ、リニアイメージセンサの露光量を調節するための第1のシャッターゲートおよび第1のシャッタードレインと、入射光に対して2番目に感度が高くなるリニアイメージセンサの位置に設けられ、リニアイメージセンサの露光量を調節するための第2のシャッターゲートおよび第2のシャッタードレインと、を有し、入射光に対して最も感度の高いリニアイメージセンサは、入射光を信号電荷に変換する第1の受光部と、第1の受光部で変換された信号電荷を読み出す第1の信号電荷読み出し部と、第1の信号電荷読み出し部で読み出した信号電荷を第1と第2の駆動クロックに同期して転送する第1の信号電荷転送部と、第1の信号電荷転送部から転送された信号電荷を信号電圧に変換して外部に出力する第1の信号出力部と、第1の信号電荷転送部に第1と第2の駆動クロックをそれぞれ供給する第1と第2のバースラインとを具備し、入射光に対して最も感度の低いリニアイメージセンサおよび2番目に感度の高いリニアイメージセンサのそれぞれは、入射光を電気信号に変換する第2および第3の受光部と、第2および第3の受光部で変換された信号電荷を読み出す第2および第3の信号電荷読み出し部と、第2および第3の信号電荷読み出し部で読み出した信号電荷を第2と第3の駆動クロックに同期して転送する第2の信号電荷転送部と、第2の信号電荷転送部から転送された信号電荷を信号電圧に変換して外部に出力する第2の信号出力部と、第2の信号電荷転送部に第3の駆動クロックを供給する第3のバースラインとを具備し、第2の信号電荷転送部と第2の信号出力部および第1と第3のバースラインを入射光に対して最も感度が低いリニアイメージセンサおよび2番目に感度の高いリニアイメージセンサで共用するカラーリニアイメージセンサの製造方法であって、N型半導体基板の上にP型不純物をイオン注入し、さらに高温で熱拡散を行ってP型ウェルを形成するステップと、第1から第3の受光部を形成する所定の場所にN型不純物をイオン注入し、高温で熱拡散してN型領域を形成するステップと、第1から第3の信号電荷転送部およびシャッタードレインを形成する所定の場所にN型不純物をイオンを注入し、高温で熱拡散してN型領域を形成するステップと、熱酸化膜を絶縁膜として所定の場

所にシャッターゲートと第1から第3の信号電荷読み出し部および信号電荷転送部を形成するステップと、多結晶シリコン電極をマスクしP型不純物をイオン注入して、第1から第3の受光部を形成するP型領域を多結晶シリコンとセルフアラインで形成するステップと、を含むことを特徴とする。

【0046】上記のように構成される本発明は、複数のリニアイメージセンサの感度に着目し、入射光に対して最も感度が高くなるものの順に外側から配置され、入射光に対して最も感度が高くなるリニアイメージセンサの露光量を調節するためのシャッターゲートおよびシャッタードレインを設けたこと、あるいは、入射光に対して最も感度が高くなるもの、入射光に対して感度が低くなるもの、2番目に感度が高くなるものの順に配置され、最も感度が高くなるものと2番目に感度が高くなるものリニアイメージセンサの露光量を調節するためのシャッターゲートおよびシャッタードレインを設けたことを特徴とするものである。以下に本発明の特有の作用効果を奏する信号電荷の読み出し動作について説明する。

【0047】本発明において、複数のリニアイメージセンサを入射光に対して最も感度が高くなるものから順に外側となるよう（例えば、対象とする色光がGREEN、RED、BLUEの順）に配置して、露光量を調節するためのシャッターゲートとシャッタードレインとをGREENのリニアイメージセンサにだけ設けた場合、GREENとREDのリニアイメージセンサは、GREENのリニアイメージセンサの露光量をシャッターゲートに供給されるシャッターバースφSTaで調節することにより、REDとGREENのリニアイメージセンサとも共通の飽和出力まで使用できる。また、GREENのリニアイメージセンサにシャッターゲートとシャッタードレインを設けたことによりREDのリニアイメージセンサの露光量も増加させることができるので、BLUEのリニアイメージセンサの出力もこれに対応した値まで増加させることができる。

【0048】さらに、これらのシャッターゲートとシャッタードレインはGREENとREDのリニアイメージセンサの隣り合う2つの受光部列間のライン間距離に影響を与えないように構成されているので、従来と全く同一のライン間距離を実現できる。

【0049】また、複数のリニアイメージセンサを入射光に対して最も感度が高くなるもの、最も感度が低くなるもの、2番目に感度が高くなるものの順（例えば、対象とする色光がGREEN、BLUE、REDの順）に積層して、GREENのリニアイメージセンサに露光量を調節するための第1のシャッターゲートおよびシャッタードレインとを設け、REDのリニアイメージセンサに第2のシャッターゲートとシャッタードレインを設けた場合、GREENとREDのリニアイメージセンサは、REDのリニアイメージセンサのシャッタードレインに

供給される信号電荷読み出しパルス $\phi T G b$ を制御してREDの露光量を最適値に設定した上で、GREENとBLUEのリニアイメージセンサの露光量をGREENとREDのリニアイメージセンサのシャッターゲートに供給されるシャッターパルス $\phi S T a$ 、 $\phi S T c$ でそれぞれ制御することにより、各リニアイメージセンサで適切な露光量を得ることができる。

【0050】さらに、これらの第1と第2のシャッターゲートおよびシャッタードレインは各イメージセンサの隣り合う受光部列間のライン間距離に影響を与えないように構成され、しかも第2の信号電荷転送部と信号出力部および第2の信号電荷転送部に供給される信号電荷の駆動クロック $\phi 1$ をREDとBLUEのリニアイメージセンサ間で共用するようにしたので、ライン間距離が増加しないようにできる。

【0051】

【発明の実施の形態】本発明の第1の実施例を図面を参照して説明する。

【0052】図1は、本発明の第1の実施例の全体構成を示す図である。第1の実施例に示すように、本実施例は、入射光に対する感度がそれぞれ異なる第1ないし第3のリニアイメージセンサ100～300が入射光に対して最も感度が高くなるものから順に外側から配置され、さらに入射光に対して最も感度が高くなるリニアイメージセンサの露光量を調節するためのシャッターゲート16aおよびシャッタードレイン15aを有し、3色のリニアイメージセンサ100、200、300のうち、感度の最も高い色を外側に配置し、この色の受光部1aにだけシャッター機能を付与したものである。

【0053】図1において、第1のカラーリニアイメージセンサ100は、GREEN成分の光を信号電荷に変換する第1の受光部1aと、第1の受光部1aで変換された信号電荷を読み出す第1の信号電荷読み出し部2aと、第1の信号電荷読み出し部2aで読み出した信号電荷を駆動クロック($\phi 1, \phi 2$)に同期して転送する第1の信号電荷転送部3aと、第1の信号電荷転送部3aから転送された信号電荷を信号電圧に変換して外部に出力する第1の信号出力部4aと、第1の信号電荷転送部3aに第1と第2の駆動クロックを供給する第1と第2のパルスラインL1a、L2aとから構成される、第2のカラーリニアイメージセンサ200は、RED成分の光を信号電荷に変換する第2の受光部1bと、第2の受光部2bで変換された信号電荷を読み出す第2の信号電荷読み出し部2bと、第2の信号電荷読み出し部2bで読み出した信号電荷を第1と第2の駆動クロック($\phi 1, \phi 2$)に同期して転送する第2の信号電荷転送部3bと、第2の信号電荷転送部3bから転送された信号電荷を信号電圧に変換して外部に出力する第2の信号出力部4bと、第2の信号電荷転送部3bに第3と第4の駆動クロックを供給する第3と第4のパルスラインL1b、L2

bとから構成される。

【0054】第3のカラーリニアイメージセンサ300は、BLUE成分の光を信号電荷に変換する第3の受光部1cと、第3の受光部1cで変換された信号電荷を読み出す第3の信号電荷読み出し部2cと、第3の信号電荷読み出し部2cで読み出した信号電荷を第3と第4の駆動クロック($\phi 1, \phi 2$)に同期して転送する第3の信号電荷転送部3cと、第3の信号電荷転送部3cから転送された信号電荷を信号電圧に変換して外部に出力する第3の信号出力部4cと、第3の信号電荷転送部3cに第5と第6の駆動クロックを供給する第5と第6のパルスラインL1c、L2cとから構成される。

【0055】第1の受光部1aの外側に露光量を調節するシャッターゲート15aとシャッタードレイン16bを設けている。図1の右側に示すのが信号ラインである。外側からシャッタードレイン16aには電源VSDが、シャッターゲート15aには信号電荷を蓄積するパルス $\phi S T a$ が、第1の信号電荷読み出し部2aには信号電荷を読み出すパルス $\phi T G a$ が、第1と第2のパルスラインL1a、L2aには信号電荷転送部3aに供給され、信号電荷を同期して外部に出力する2相駆動クロック $\phi 1, \phi 2$ がそれぞれ供給される。

【0056】ここで、 $\phi T G a \sim \phi T G c$ (信号電荷読み出しパルス)は、第1から第3の信号電荷読み出し部2a～2cにそれぞれ供給され、第1から第3の受光部1a～1cで蓄積されたこの信号電荷読み出し部2a～2cを経由して第1から第3の信号電荷転送部3a～3cに転送させるパルスである。 $\phi S T a$ (シャッターパルス)は、シャッターゲート15aにそれぞれ供給され、第1から第3の受光部1a～1cで蓄積された信号電荷をこのシャッターゲートを經由してシャッタードレイン16a～16cに排出させるためのパルスである。このシャッターパルス $\phi S T a$ により受光部1a～1cの信号電荷をゼロにできるため、受光部1a～1cでの信号電荷の制御ができる。

【0057】上記のようにカラーリニアイメージセンサを構成することにより、3色のうち1色だけが感度が高く、あとの2色はほぼ同等の感度である場合には、本実施例は3色ともシャッター機能があるものと同等な効果がある。また、3色とも感度が異なる場合でも2色は同一の飽和出力が実現でき、残りの1色についても実質的な飽和出力を増加することができる。

【0058】図2は、図1に示したカラーリニアイメージセンサの構成を詳細に示す図であり、点線の部分X1を拡大した図である。

【0059】図中、太い一点鎖線と点線で示すのが多結晶シリコン電極14a、14b、細い点線で示すのが素子分離領域17、小さな正方形で示すのがコンタクト6、7、9、11、13、実線で囲まれた矩形がアルミニウム配線5、6、10、12である。もちろん、本実

施例では、1色しかシャッター機能がないわけだから図18に示した従来例のように3色すべての受光部の露光量を調節して、3色とも同一の飽和出力まで信号出力を使用することはできない。しかしながら、例えば、3色のうち1色だけ感度が高く、後の2色はほぼ同等の感度である場合には、3色とも同等のシャッター機能があるものと同等の効果がある。また、3色とも感度が異なる場合でも感度が最大のものと2番目のものの2色は同一の飽和出力が実現でき、残りの1色についても実質的な飽和出力は増加するために有効である。この理由を以下に説明する。

【0060】図3は、露光量と出力電圧の関係を示す図である。横軸が露光量(1x.sec)、縦軸が出力電圧(V)である。例えば、上述したように、最も感度が高いGREENのカラーリニアイメージセンサを3色の最も外側に配置し、この色だけにシャッター機能を持たせた場合、GREENとREDの飽和出力はGREENの露光量をこのシャッター機能で調節することにより共に共通の飽和出力まで使用できる。一方、BLUEについてはGREENにシャッター機能がない場合に実質的な飽和出力電圧はVsatBであったが(露光量はSEG)、露光量としてSERまで増加させることができるので、BLUEの出力もこれに対応した値まで増加させることができる。

【0061】図4は、図2の拡大した部分を切り取った図である。

【0062】図4において、第1の受光部1aに設けられたシャッターゲート15aとシャッタードレイン16aはライン間距離d1に影響を与えないので、図18に示したシャッター機能の全くない従来のカラーリニアイメージセンサと全く同一のライン間距離d1を実現できる。すなわち、シャッターゲート15aとシャッタードレイン16aは第1の受光部1aの第1の信号電荷読み出し部2aと反対側に配置されているため、これらはライン間距離d1に影響しない。

【0063】図5は、図2で拡大した部分を2点鎖線A-A'で切った断面図であり、それぞれの部分とチャネル電位と信号電荷Qの状態を合わせて示す。

【0064】図6は、図5をもとに本実施例の製造方法を時系列的に示す図である。それでは、図1、図2、図6を用いて本実施例の製造方法を説明する。

【0065】(1) P型ウェルの形成

半導体基板18上に1.0E12~1.3程度(cm*cm)の濃度でボロン等のP型不純物をイオン注入し、さらに、1200℃程度の高温で10時間程度の熱拡散を行ってP型ウェル19を形成する。このP型ウェル19に外部から基準電位を供給しておく(図示せず)。

【0066】(2) N型領域1の形成

続いて、第1から第3の受光部1a~1cを形成する所定の場所に100KeV程度のエネルギーで1.0E12

/(cm*cm)程度の濃度でリンあるいは砒素等のN型不純物をイオン注入し、さらに1100℃程度の高温で1時間程度の熱拡散をすることにより、N型領域120を形成する。

【0067】(3) N型領域2, 3の形成

同様に、第1から第3の信号電荷転送部3a~3cおよびシャッタードレイン16aを形成する所定の場所に50~100KeV程度のエネルギーで1.0E11~1.2/(cm*cm)程度の濃度でリンあるいは砒素等のN型不純物をイオン注入し、1000℃程度の高温で3時間程度の熱拡散を行うことにより、N型領域2, 321, 22を形成する。

【0068】(4) シャッターゲート、信号電荷読み出し部、信号電荷転送部の形成

厚さ400~500nm程度の多結晶シリコン電極14a, 14bを100nm程度の熱酸化膜を絶縁膜として所定の場所にパターン形成して、シャッターゲート15aや第1から第3の信号電荷読み出し部2a~2cおよび第1から第3の信号電荷転送部3a~3cを形成する。

【0069】(5) 受光部および配線の形成

多結晶シリコン電極14a, 14bを形成した後の表面部にこの多結晶シリコン電極14a, 14bをマスクにして40KeV程度のエネルギーで1.0E12(cm*cm)程度の濃度のP型不純物をイオン注入し、この多結晶シリコン電極14a, 14bとセルフアライン(自己整合)で第1から第3の受光部1a~1cを形成するP型領域23を形成する。

【0070】以上の(1)~(5)の製造方法によって、P型領域23とP型領域20およびP型ウェル19で形成されるPN接合により入射光が光電変換される。また、P型ウェル19と熱酸化膜24、多結晶シリコン電極14a, 14bによって埋め込みチャネル型トランジスタが形成され、第1から第3の信号電荷転送部3a~3cが形成される。N型領域2, 322はコンタクト13を介してアルミニウム配線部12と接続されシャッタードレイン16aとなる。

【0071】図7は、カラーリニアイメージセンサの各部位での信号電荷の移動の様子を示す図であり、図8は、各期間のバース状態を示す図である。

【0072】図9(a), (b), (c)は、本実施例の駆動動作を示すタイミングチャートである。この例では、RGB出力としてGREENが最も感度が高く、RED、BLUEの順に感度が下がっていく場合を示している。また、この例では、GREENのカラーリニアイメージセンサを外側に配置し、シャッターゲート15aとシャッタードレイン16aを設けている。図9(a)で、φTga~TGcが信号電荷読み出しパルス、φSTaがシャッターパルスである。

【0073】REDとBLUEに関しては、図9(a)に

10

20

30

40

50

示すように、露光量は信号電荷読み出し部2a~2cに印可されるパルス ϕ TGbおよび ϕ TGcのLOWレベル期間の長さで決まる。つまり、パルス ϕ TGcのLOWレベルの期間が長いと露光量が大きく、短いと露光量が小さくなる。GREENに関しては、露光量は図9

(b)に示すように、パルス ϕ STaの幅tSTaで決まる。ここで、蓄積時間はすべて等しい($tTGa = tTGb = tTGc$)とすると、平均信号電圧は $Vsiga = Vsigc > Vsigb$ の関係がある。このパルス ϕ STaは、図9(b)に示すように、パルス間隔を任意に変えることができるため、GREENの出力電圧

($Vsiga$)を感度が2番目に大きいREDの出力電圧($Vsigc$)と同一にできる。また、この場合、BLUEの出力も上述したようにシャッターがついてない従来の場合より大きくできる。図9(c)は、駆動クロック($\phi 1, \phi 2$)であり、信号電荷読み出し部2a~2cから信号電荷転送部3a~3cへの信号電荷の移動をスムーズに行うため、信号電荷読み出し期間においては、 $\phi 1 = \text{HIGH}$, $\phi 2 = \text{LOW}$ に固定する必要がある。

【0074】次に、本発明の第1の実施例の動作を図7と図8を参照して詳細に説明する。

【0075】(1) 信号電荷の蓄積

シャッターゲート15aに供給されるパルス ϕ STaと第1の信号電荷読み出し部2aに供給されるパルス ϕ TGaが共にLOWレベルのとき(図7(b)のt1'期間)GREENの信号電荷が蓄積される。また、第2の信号電荷読み出し部2bに供給されるパルス ϕ TGbと第3の信号電荷読み出し部2cに供給されるパルス ϕ TGcがLOWレベルのとき(図7(b)のt1期間)、REDとBLUEの信号電荷が蓄積される。

【0076】(2) 信号電荷の排出

パルス ϕ TGaがLOWレベルのまま、パルス ϕ STaがHIGHレベルのとき(図7(b)のt2期間)、信号電荷Qがシャッタードレイン16a(電位VSD)に排出され、第1の受光部1aの電荷はゼロになる。その後、再びパルス ϕ TGaとパルス ϕ STaがLOWレベルになると信号電荷が蓄積される。REDとBLUEはシャッター機能がないので信号電荷の排出は行われない。

【0077】(3) 信号電荷転の読み出し

そして、パルス ϕ STaがLOWレベルの状態、パルス ϕ TGaがHIGHレベルになると(図8(b)のt3期間)GREENの信号電荷Qaが第1の信号電荷読み出し部2aを経由して第1の信号電荷転送部3aに送られる。その後、第1の信号電荷転送部3aから第1と第2のバスラインL1a, L2aから供給される第1と第2の駆動クロック($\phi 1, \phi 2$)に同期して第1の信号出力部4aを通して外部に出力される。また、パルス ϕ TGbと ϕ TGcがHIGHレベルになると、BL

UEとREDの信号電荷Qb, Qcが第2と第3の信号電荷転送部3b, 3cから第3と第4および第5と第6の駆動クロック($\phi 1, \phi 2$)に同期して第2と第3の信号出力部4b, 4cを通して外部に出力される。

【0078】次に、本発明の第2の実施例を図面を参照して説明する。

【0079】本実施例は、第3の受光部1cの第3の信号電荷読み出し部2cと反対側に第2のシャッターゲート15cとシャッタードレイン16cを設けたものである。

【0080】図10は、本発明の第2の実施例の全体構成を示す図である。第2の実施例に示すように、本実施例は、入射光に対する感度がそれぞれ異なる第1ないし第3のリニアイメージセンサ100~300が第1ないし第3の色成分についてそれぞれ設けられた複数のリニアイメージセンサを備え、入射光の各色成分を検出するカラーリニアイメージセンサにおいて、第1ないし第3のリニアイメージセンサ100~300は、入射光に対して最も感度が高くなるもの、最も感度が低くなるもの、2番目に感度が高くなるものの順に配置され、入射光に対して最も感度が高くなるリニアイメージセンサ100の位置に設けられ、リニアイメージセンサ100の露光量を調節するための第1のシャッターゲート16aおよび第1のシャッタードレイン15aと、入射光に対して2番目に感度が高くなるリニアイメージセンサ300の位置に設けられ、リニアイメージセンサの露光量を調節するための第2のシャッターゲートおよび第2のシャッタードレインとを有するイメージセンサ100, 300にだけシャッター機能を付与したものである。

【0081】図10において、第1のカラーリニアイメージセンサ100は、GREEN成分の光を信号電荷に変換する第1の受光部1aと、第1の受光部1aで変換された信号電荷を読み出す第1の信号電荷読み出し部2aと、第1の信号読み出し部2aで読み出した信号電荷を第1と第2の駆動クロック($\phi 1, \phi 2$)に同期して転送する第1の信号電荷転送部3aと、第1の信号電荷転送部3aから転送された信号電荷を信号電圧に変換して外部に出力する第1の信号出力部4aと、第1の信号電荷転送部3aに第1と第2の駆動クロックを供給する第1と第2のバスラインL1a, L2abcとから構成される。

【0082】第2のカラーリニアイメージセンサ200は、RED成分の光を電気信号に変換する第2の受光部1bと、第2の受光部1bで変換された信号電荷を読み出す第2の信号電荷読み出し部2bと、第2の信号読み出し部2bで読み出した信号電荷を第2と第3の駆動クロック($\phi 1, \phi 2$)に同期して転送する第2の信号電荷転送部3bcと、第2の信号電荷転送部3bcから転送された信号電荷を信号電圧に変換して外部に出力する第2の信号出力部4bcとから構成される。

10

20

30

40

50

【0083】第3のカラーリニアイメージセンサ300は、BLUE成分の光を信号電荷に変換する第3の受光部1cと、第3の受光部1cで変換された信号電荷を読み出す第3の信号電荷読み出し部2cと、第3の信号読み出し部2cで読み出した信号電荷を前記第2と第3の駆動クロック $\phi 2$ 、 $\phi 1'$ に同期して出力する第2の信号電荷転送部3bcと、第3の信号電荷転送部3bcから転送された信号電荷を信号電圧に変換して外部に出力する第2の信号出力部4bcと、第3信号電荷転送部3bcに前記第3の駆動クロック $\phi 1'$ を供給する第3

【0084】第2の信号電荷転送部3bcと第2の信号出力部4bcを前記第2のカラーリニアイメージセンサ200と第3のカラーリニアイメージセンサ300で共用し、第3のカラーリニアイメージセンサ300に第3のバースラインL1abc1本だけを設けてライン間距離に影響を与えないように構成され、第1のカラーリニアイメージセンサ100と第3のカラーリニアイメージセンサ300に露光量を調節するシャッターゲート15a、15cと、シャッタードレイン16a、16cを設

【0085】こうして、ライン間距離に影響を与えないようにしている。

【0086】上記のようにカラーリニアイメージセンサを構成することにより、感度の高い2つのリニアイメージセンサについてはシャッター機能により、露光量が調節できる。すなわち、残りの1色が信号電荷読み出し部2bに印可されるバース $\phi T G b$ により、最適な露光量に設定した上で、感度の高い2色の露光量をシャッター機能により調節し、それぞれ適切な露光量を得ることができる。

【0087】図10の右側に示すのが信号ラインである。外側からシャッタードレイン16a、16cには電源VSDが、シャッターゲート15a、15cには信号電荷を蓄積するバース $\phi S T a$ 、 $\phi S T c$ が、第1～第3の信号電荷読み出し部2a、2b、2cには信号電荷を読み出すバース $\phi T G a \sim \phi T G c$ が、第1と第2のバースラインL1a、L2abcには駆動クロック($\phi 1$ 、 $\phi 2$)が、第3のバースラインL1abcにはバース $\phi 1'$ がそれぞれ供給される。

【0088】図11は、図10の点線の部分X2、X3を拡大した図である。

【0089】図12は、図11で拡大した下側の部分を2点鎖線B-B'で切った断面図であり、それぞれの部分とチャネル電位と信号電荷Qの状態を組み合わせで示す。

【0090】従来の図18と図11を比較して分かるよ

うに、本実施例では、ライン間距離d1、d2は図18の従来の技術と全く同じである。第1の受光部1aに対しては、第1のシャッターゲート15aと第1のシャッタードレイン16aを第1の信号電荷読み出し部2aと反対側に配置し、ライン間距離d1、d2に影響を与えないようにしている。第2の受光部1bと第3の受光部1cに対応する第2の信号電荷転送部3bcについては両者に共通の第2の信号電荷転送部3bcとし、第1の受光部1aと第2の受光部1bの間のライン間距離d2を減らすように工夫している。(それぞれ独立した信号電荷転送部を設けると受光部1a～1cの間でライン間距離d2、d3が増加するのは明らかである)。さらに、第2の信号電荷転送部3bcを駆動するクロック($\phi 1$ 、 $\phi 2$)はそれぞれ第2の駆動クロック $\phi 2$ については第2の受光部1bの各画素を分離する素子分離領域17と第2の信号電荷読み出し部2cを横切って第2の信号電荷転送部3bcに給電し、バース $\phi 1$ についても同様に、第2のシャッターゲート15c、第2のシャッタードレイン16c、第3の受光部1cの各画素を分離する素子分離領域17および第3の信号電荷読み出し部2cを横切って給電し、受光部1a～1c間のライン間距離d2、d3が増加しないように工夫している。その他の部分については、第1の実施例と構成および動作は共通である。

【0091】図10および図11から分かるように、第1の受光部1aに対しては、シャッターゲート15aとシャッタードレイン16aを第1の信号電荷読み出し部2aと反対側に配置し、ライン間距離d2、d3に影響を与えないようにしている。第2の受光部1bと第3の受光部1cに対応する第2の信号電荷転送部3bcについては両者に共通の信号電荷転送部3bcとし、第2と第3の受光部1b、1cからの信号電荷を信号電荷読み出し部2b、2cを経由して同一の信号電荷転送部3bcに読み出すようにしている。この結果、受光部1a～1c間のライン間距離d2、d3は、受光部1a～1cのサイズ、信号電荷読み出し部2a～2cのサイズ、信号電荷転送部3a～3cのサイズの合計となる。

【0092】ここで、図18に示した従来例と比較すると、受光部1a～1cと信号電荷転送部3a、3bcのサイズは同一であるが、従来例では、本実施例に比べて信号電荷読み出し部1002a～1002cのサイズが本実施例よりも小さくなっている。これは本実施例では、信号電荷読み出し部2a～2cの部分に信号電荷転送部3a、3bcを駆動するクロック $\phi 1$ 、 $\phi 2$ が印可される2種類の多結晶シリコン電極14a、14bのうち、多結晶シリコン電極をコンタクトで接続する領域が必要となるためであり、それぞれ10～15 μm 程度余分に必要とされる(合計20～30 μm)。しかしながら、図18の従来例では、信号電荷転送部1003a～1003cに印可されるバースラインL100a～L

100c, L1002a~L1002cのサイズが30 μ m程度余分に加わるため、結局相殺して本実施例の受光部間1a~1cのライン間距離d2, d3は従来の技術とほぼ同じになる。

【0093】図13は、図12をもとに本実施例の製造方法を時系列的に示す図である。それでは、図10, 図11, 図13を用いて本実施例の製造方法を説明する。

【0094】(1) P型ウェルの形成

半導体基板18上に1.0E12~13程度(c \times m \times c \times m)の濃度でボロン等のP型不純物をイオン注入し、さらに、1200℃程度の高温で10時間程度の熱拡散を行ってP型ウェル19を形成する。このP型ウェル19に外部から基準電位を供給しておく(図示せず)。

【0095】(2) N型領域1の形成

続いて、第1から第3の受光部1a~1cを形成する所定の場所に100KeV程度のエネルギーで1.0E12/(c \times m \times c \times m)程度の濃度でリンあるいは砒素等のN型不純物をイオン注入し、さらに1100℃程度の高温で1時間程度の熱拡散をすることにより、N型領域120を形成する。

【0096】(3) N型領域2, 3の形成

同様に、第1と第2の信号電荷転送部3a, 3bcおよび第1と第2のシャッタードレイン16a, 16cを形成する所定の場所に50~100KeV程度のエネルギーで1.0E11~12/(c \times m \times c \times m)程度の濃度でリンあるいは砒素等のN型不純物をイオン注入し、1000℃程度の高温で3時間程度の熱拡散を行うことにより、N型領域2, 321, 22を形成する。

【0097】(4) シャッターゲート、信号電荷読み出し部、信号電荷転送部の形成

厚さ400~500nm程度の多結晶シリコン電極14a, 14bを100nm程度の熱酸化膜を絶縁膜として所定の場所にパターン形成して、第1と第2のシャッターゲート15a, 15cや第1から第3の信号電荷読み出し部2a~2cおよび第1と第2の信号電荷転送部3a~3cを形成する。

【0098】(5) 受光部および配線の形成

多結晶シリコン電極14a, 14bを形成した後の表面部にこの多結晶シリコン電極14a, 14bをマスクにして40KeV程度のエネルギーで1.0E12(c \times m \times c \times m)程度の濃度のP型不純物をイオン注入し、この多結晶シリコン電極14a, 14bとセルフアライン(自己整合)で第1から第3の受光部1a~1cを形成するP型領域23を形成する。

【0099】以上の(1)~(5)の製造方法によって、P型領域23とN型領域20およびP型ウェル19で形成されるPN接合により入射光が光電変換される。また、P型ウェル19と熱酸化膜24、多結晶シリコン電極14a, 14bによって埋め込みチャンネル型トランジスタが形成され、第1と第2の信号電荷転送部3a, 50

3bcが形成される。N型領域2, 322はコンタクト13を介してアルミニウム配線部12と接続されシャッタードレイン16c, 16aとなる。

【0100】図14は、各部位での信号電荷の移動の様子を示す図であり、図15は、各期間のバース状態を示す図である。

【0101】図16(a), (b)は、本実施例の駆動動作を示すタイミングチャートである。この例では、RGB出力としてGREENが最も感度が高く、RED、BLUEの順に感度が下がっていく場合を示している。この例では、GREENおよびREDのカラーリニアイメージセンサを両側に配置し、シャッターゲートとシャッタードレインを設けている。

【0102】BLUEとREDに関しては、図16

(a)に示すように、露光量は信号電荷読み出し部2a~2cに印可されるバース ϕ TGbのLOWレベル期間の長さで決まる。つまり、バース ϕ TGbのLOWレベルの期間が長いと露光量が大きく、短いと露光量が小さくなる。GREENとREDに関しては、露光量は図16(b)に示すように、バース ϕ STaの幅tSTaとバース ϕ STcの幅tSTcで決まる。ここで、蓄積時間はすべて等しく(tTGa=tTGb=tTGc)、バース幅 ϕ STaと ϕ STcをtSTc>tSTaと設定すると、平均信号電圧をすべて等しく(Vsiga=Vsighb=Vsigc)できる。このバース ϕ STaと ϕ STcは、図16(b)に示すように、バース間隔を任意に変えることができるため、GREENの出力電圧(Vsiga)とBLUEの出力電圧(Vsighb)およびREDの出力電圧(Vsigc)を同一にできる。また、このように、BLUEを最適な露光量に設定した上で、GREENとREDの露光量をシャッター機能により調節し、それぞれ適切な露光量を得ることができる。

【0103】なお、GREENとREDの配置は自由である

次に、本発明の第2の実施例の動作を図14, 図15を参照して詳細に説明する。

【0104】なお、図14において、第2の駆動クロック ϕ 2と第3の駆動バース ϕ 1の給電ラインを点線の矢印で示す。

【0105】(1) 信号電荷の蓄積

第1のシャッターゲート15aに供給されるバース ϕ STaと第1の信号電荷読み出し部2aに供給されるバース ϕ TGaが共にLOWレベルのとき(図15のt1'期間)、GREENの信号電荷Qaが蓄積される。第2の信号電荷読み出し部2bに供給されるバース ϕ TGbがLOWレベル(図15のt1'期間)のとき、信号電荷Qbが蓄積される。第2のシャッターゲート15cに供給されるバース ϕ STcと第3の信号電荷読み出し部2cに供給されるバース ϕ TGcが共にLOWレベルの

とき(図15のt1')のとき、信号電荷Qbが蓄積される。

【0106】(2) 信号電荷の排出

パルスφTGaがLOWレベルのままで、パルスφSTaがHIGHレベルのとき(図15のt2期間)、GREENの信号電荷Qaが第1のシャッタードレイン16a(電位VSD)に排出され、第1の受光部1aの電荷はゼロになる。パルスφTGcがLOWレベルで、パルスφSTcがHIGHレベルのとき(図15のt2期間)、REDの信号電荷Qbが第2のシャッタードレイン16c(電位VSD)に排出され、第2の受光部1bの電荷はゼロになる。その後、再びパルスφTGaとφSTaおよびパルスφTGbとφSTcがLOWレベルになると信号電荷が蓄積される。BLUEはシャッター機能がないので、信号電荷の排出は行わない。

【0107】(3) 信号電荷の読み出し

そして、パルスφSTaがLOWレベルの状態、パルスφTGaがHIGHレベルになるとGREENの信号電荷Qaが第1の信号電荷読み出し部2aを経由して第1の信号電荷転送部3aに送られる。その後、第1の信号電荷転送部3aから第1と第2のバースラインL1a、L2abcから供給される駆動クロック(φ1、φ2)に同期して第1の信号出力部4aを通過して外部に出力される。また、パルスφSTcがLOWレベルの状態、パルスφTGbとφTGcがHIGHレベルになると、BLUEとREDの信号電荷Qb、Qcが第2と第3の信号電荷読み出し部2b、2cを経由して第2の信号電荷転送部3bcに送られる。

【0108】その後、第2の信号電荷転送部3bcから第2と第3のバースラインL2abc、L1bcから供給される駆動クロック(φ1、φ2)に同期して第2の信号出力部4bcを通過して外部に出力される。また、パルスφTGbがHIGHレベルになるとBLUEの信号電荷Qcが第3の信号電荷読み出し部2cを経由して第2の信号電荷転送部3bcに送られる。その後、第2の信号電荷転送部3bcから駆動クロック(φ2、φ1)に同期して第2の信号出力部4bcを通過して外部に出力される。

【0109】なお、以上説明した各実施例においては、カラーリニアイメージセンサを構成するリニアイメージセンサがGREEN、RED、BLUEについてのものとして説明したが、リニアイメージセンサの種類はこれに限定されるものではなく、当然、さらに多数設けられてよい。

【0110】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、従来のシャッター機能が全く備わっていないカラーリニアイメージセンサと同一のライン間距離を保ちながら、感度が最大の色については露光量の調節ができる顕著な効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の全体構成を示す図である。

【図2】図1の点線の部分X1を拡大した図である。

【図3】露光量と出力電圧の関係を示す図である。

【図4】図2の拡大した部分を切り取った図である。

【図5】図2で拡大した部分を2点鎖線A-A'で切った断面図であり、それぞれの部分とチャネル電位と信号電荷Qの状態を合わせて示す図である。

【図6】本実施例の製造方法を時系列的に示す図である。

【図7】本発明の第1の実施例のカラーリニアイメージセンサ各部位での信号電荷移動の様子を示す図である。

【図8】本発明の第1の実施例の各期間のパルス状態を示す図である。

【図9】(a)、(b)、(c)は、本発明の第1の実施例の駆動方法を示すタイミングチャートである。

【図10】本発明の第2の実施例の全体構成を示す図である。

【図11】図10の点線の部分X2、X3を拡大した図である。

【図12】図11で拡大した下側の部分を2点鎖線B-B'で切った断面図であり、それぞれの部分とチャネル電位と信号電荷Qの状態を組み合わせて示す。

【図13】本実施例の製造方法を時系列的に示す図である。

【図14】本発明の第2の実施例の各部位での信号電荷の移動の様子を示す図である。

【図15】本発明の第2の実施例の各期間のパルス状態を示す図である。

【図16】(a)、(b)は、本発明の第2の実施例の駆動方法を示すタイミングチャートである。

【図17】カラーリニアイメージセンサの従来例の全体構成を示す図である。

【図18】図18の点線の部分X4を拡大した図である。

【図19】(a)は、従来例の駆動方法を示すタイミングチャート、(b)は、露光量を入射光量でなく、蓄積時間を色ごとに変える駆動方法を示すタイミングチャートである。

【図20】図21の駆動方法を示すタイミングチャートである。

【図21】他の従来例のパルスφTGa～φTGcとφSTa～φSTcと出力電圧Vouta～Voutcの関係を示すタイミングチャートである。

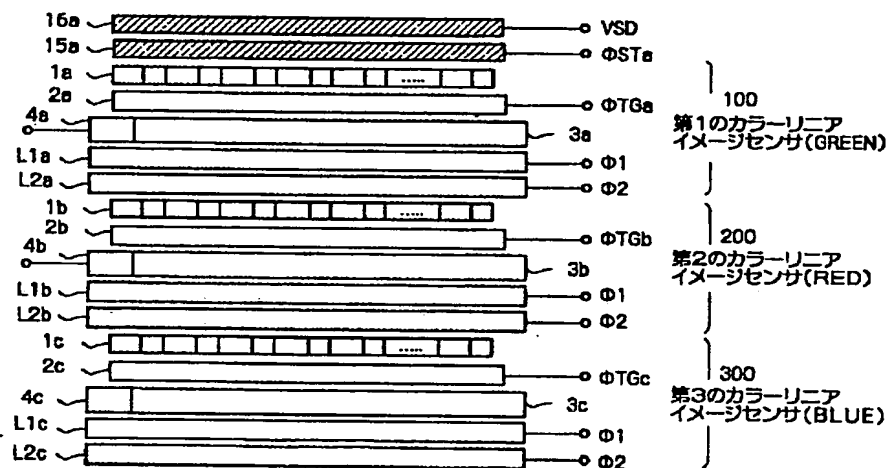
【符号の説明】

1a、1b、1c、1001a、1001b、1001c
受光部

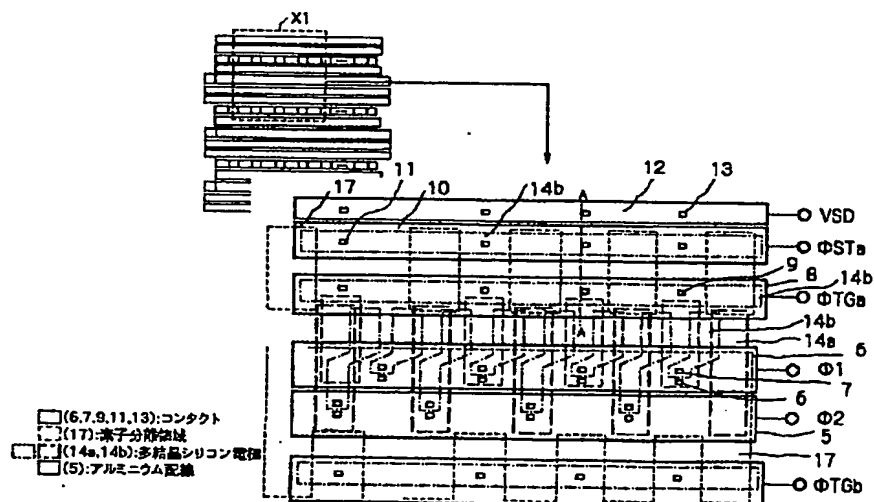
2a、2b、2c、1002a、1002b、1002c
信号電荷読み出し部

3a, 3b, 3c, 1003a, 1003b, 1003c	* シャッタードレイン
信号電荷転送部	17, 1017 素子分離領域
4a, 4b, 4c, 1004a, 1004b, 1004c	18 N型半導体基板
信号出力部	19 P型ウェル
5, 8, 10, 12, 1005, 1008, 1010 アルミニウム配線	20 N型領域1
6, 7, 9, 11, 13, 1006, 1007, 1009	21 N型領域2
コンタクト	22 N型領域3
14a, 14b, 1014a, 1014b 多結晶シリコン電極	23 P型領域
15a, 15c, 1015a, 1015b, 1015c	24 熱酸化膜
シャッターゲート	25 平坦化膜
16a, 16c, 1016a, 1016b, 1016c *	L1a, L1b, L1c, L2a, L2b, L2c, L1001a, 1001b, L1001c, L1002a, L1002b, L1002c パルスライン

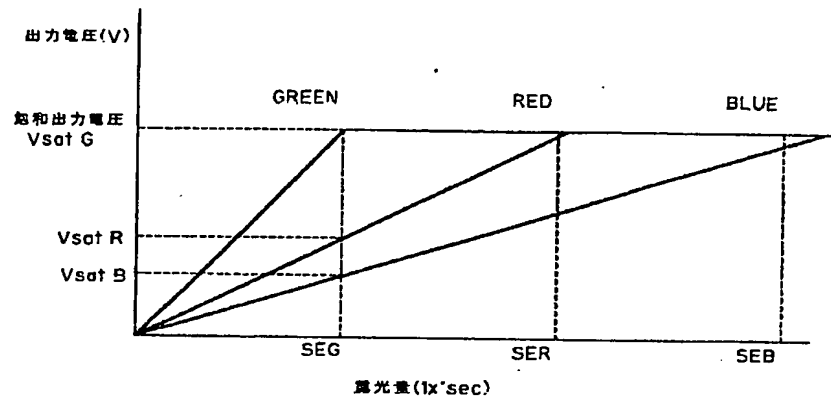
【図1】



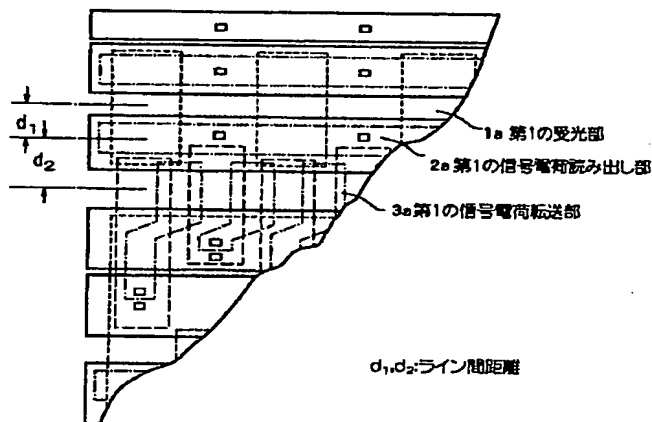
【図2】



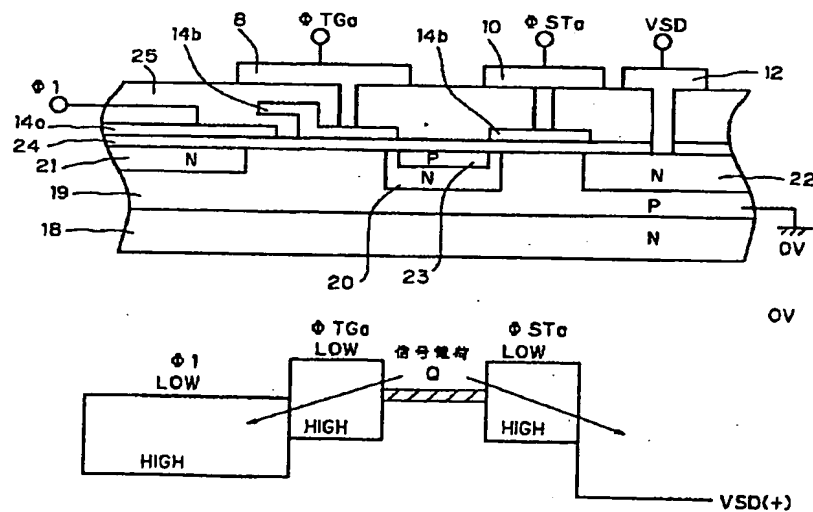
【図3】



【図4】



【図5】

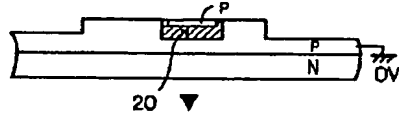


【図6】

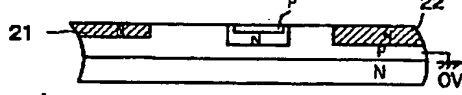
(1) P型ウェルの形成



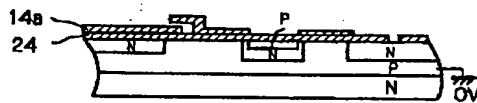
(2) N型領域1の形成



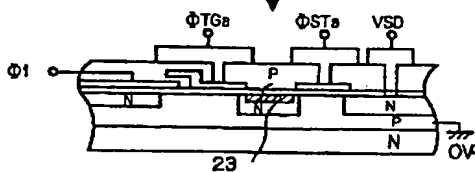
(3) N型領域2,3の形成



(4) シャッターゲート、信号電荷読み出し部、信号電荷転送部の形成

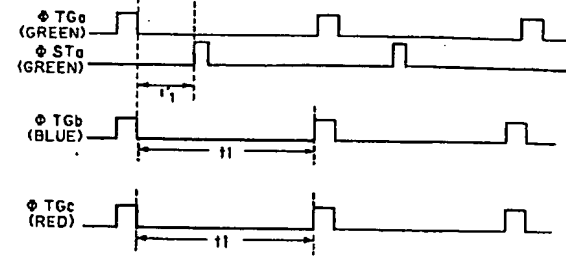


(5) 多結晶シリコン電極の形成

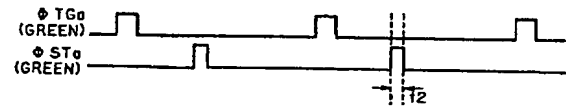


【図8】

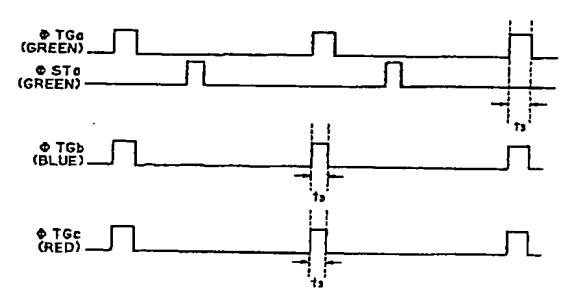
(1) 信号電荷の蓄積



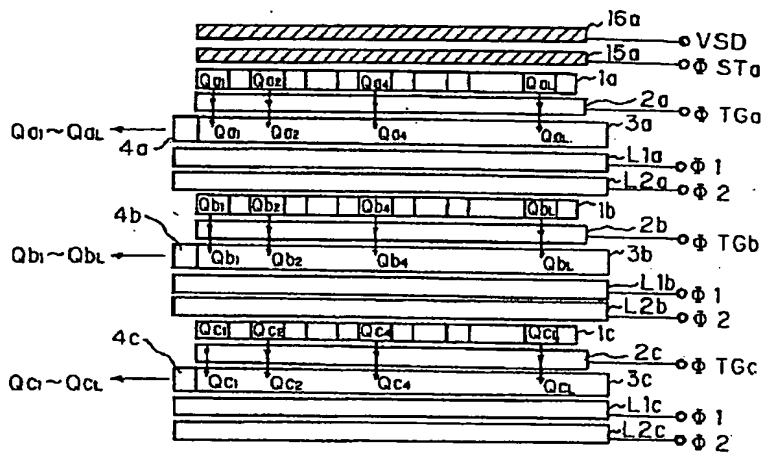
(2) 信号電荷の排出



(3) 信号電荷の読み出し

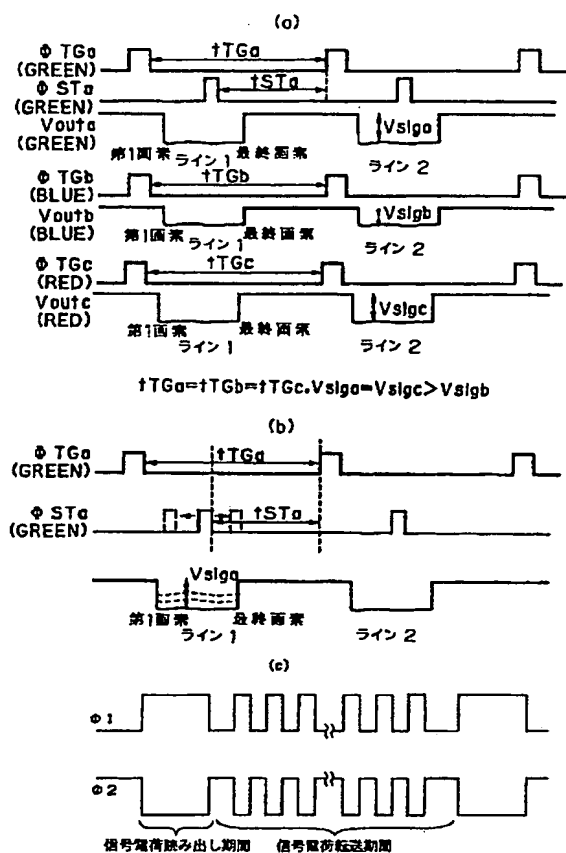


【図7】

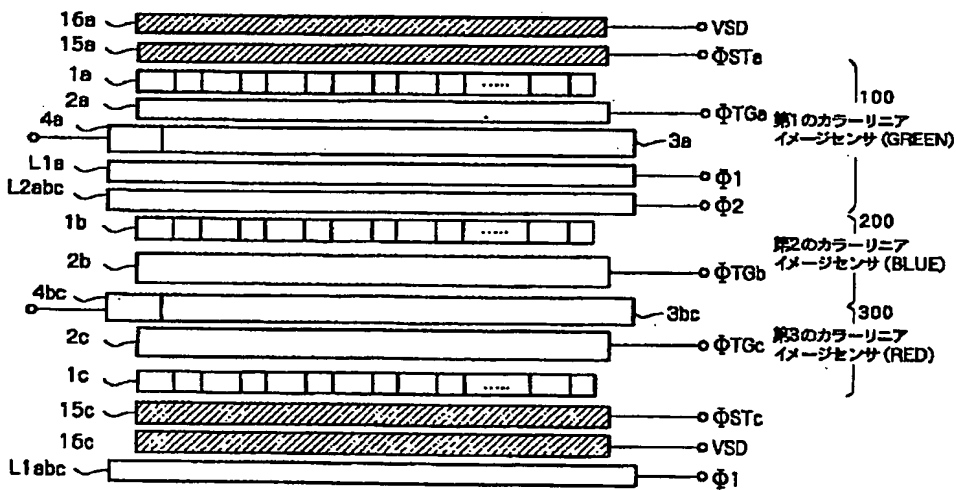


Qa1, Qb1, Qc1...第1画素の信号電荷
 Qa2, Qb2, Qc2...第2画素の信号電荷
 Qa4, Qb4, Qc4...最終画素の信号電荷

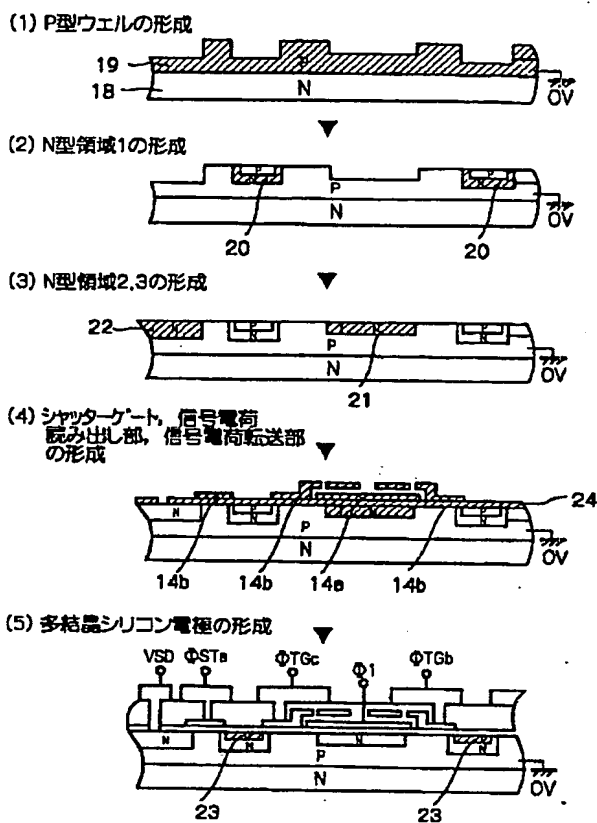
【図9】



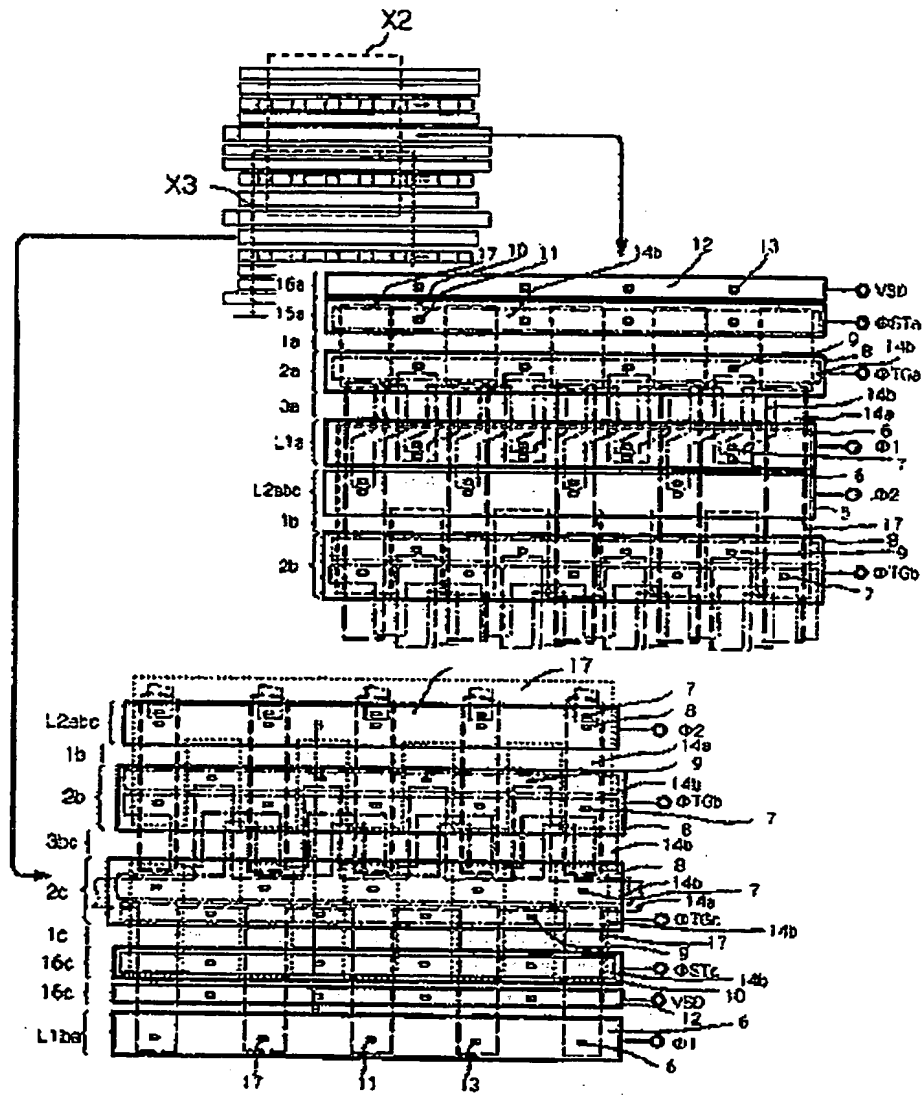
【図10】



【図13】



【図11】



Q0a-Q0n

Q0b-Q0n

Q0c-Q0n

16a

15a

1a

2a

3a

L1a

L2abc

1b

2b

3bc

2c

1c

16c

1

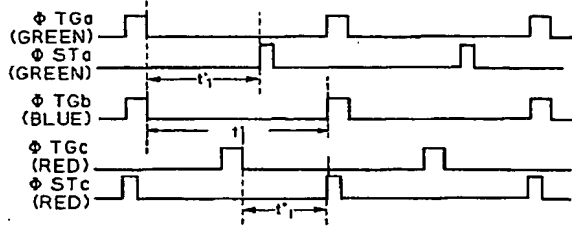
Q0a, Q0b, Q0c...第1面張の信号電荷

Q0a, Q0b, Q0c...第2面張の信号電荷

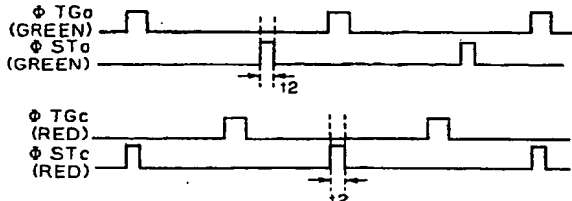
Q0a, Q0b, Q0c...最終面張の信号電荷

【図15】

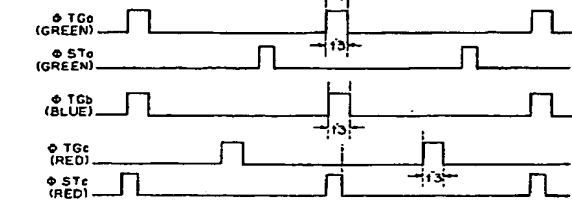
(1) 信号電荷の蓄積



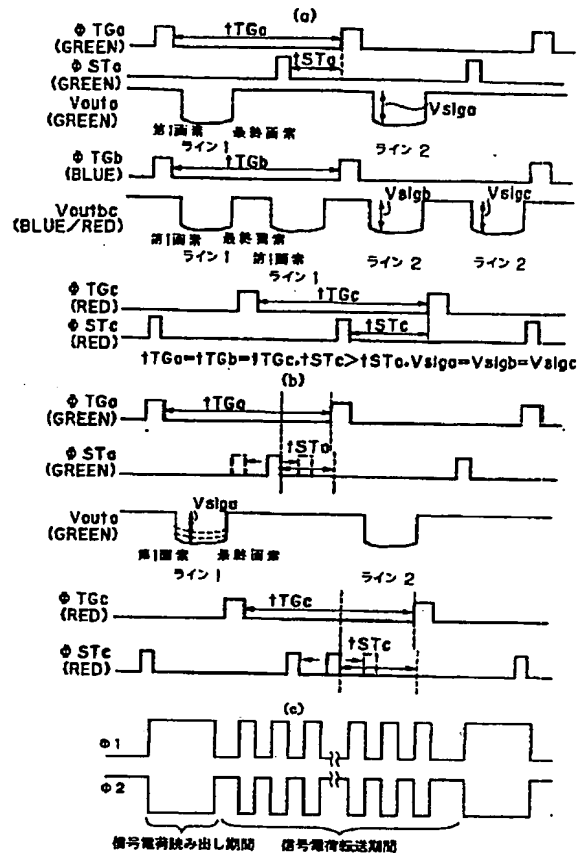
(2) 信号電荷の排出



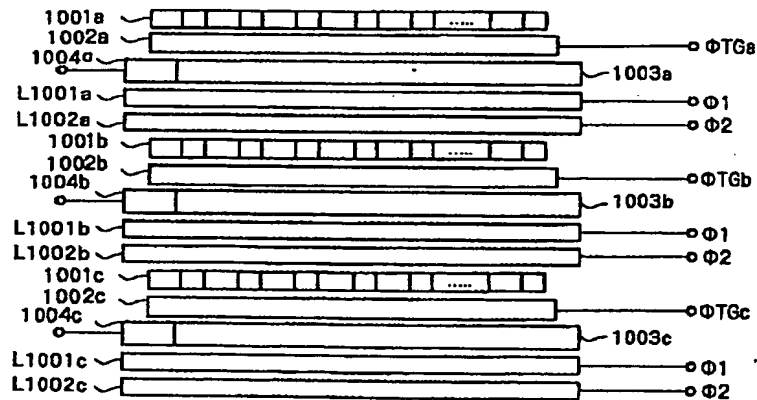
(3) 信号電荷の読み出し



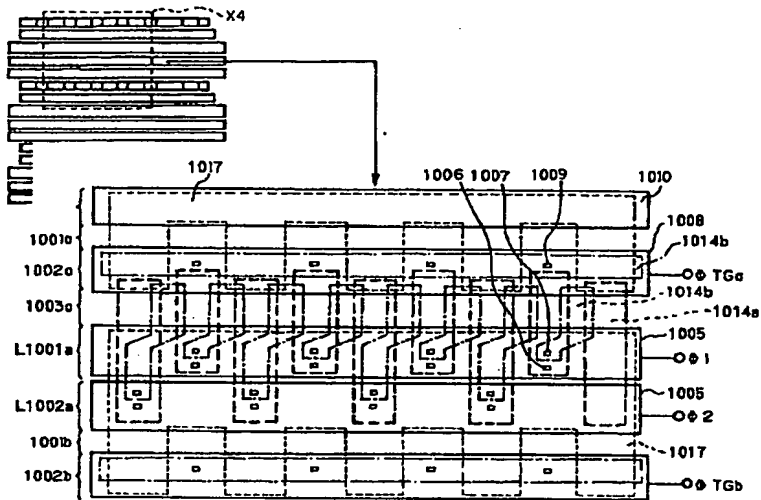
【図16】



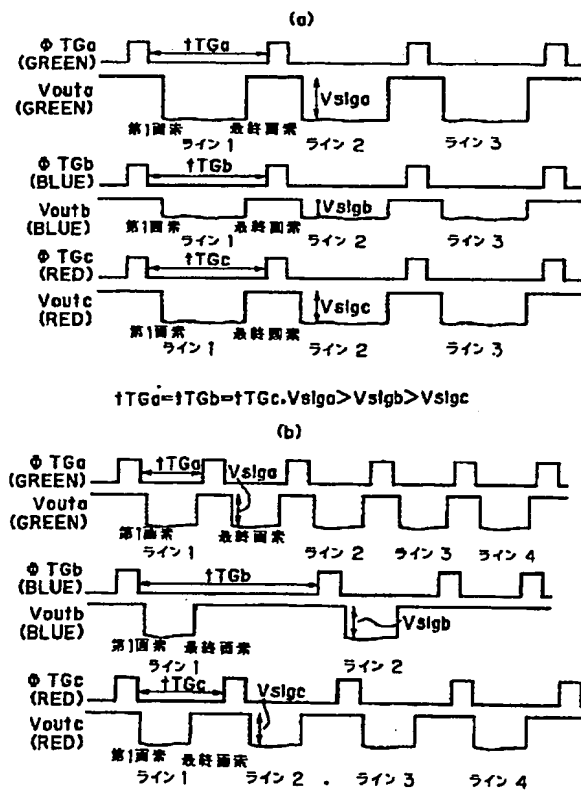
【図17】



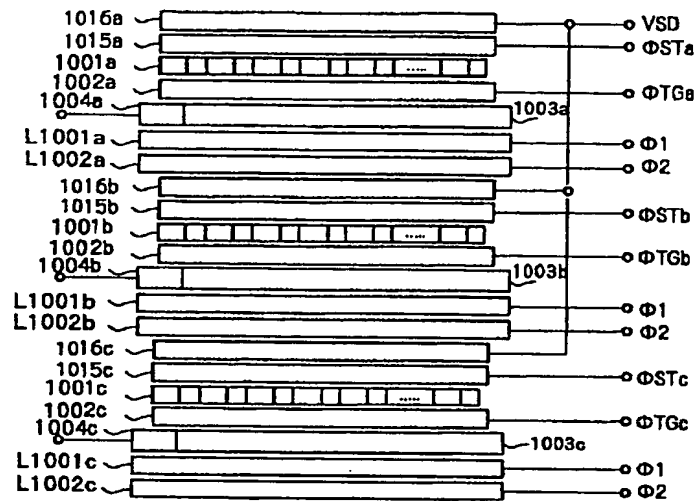
【図18】



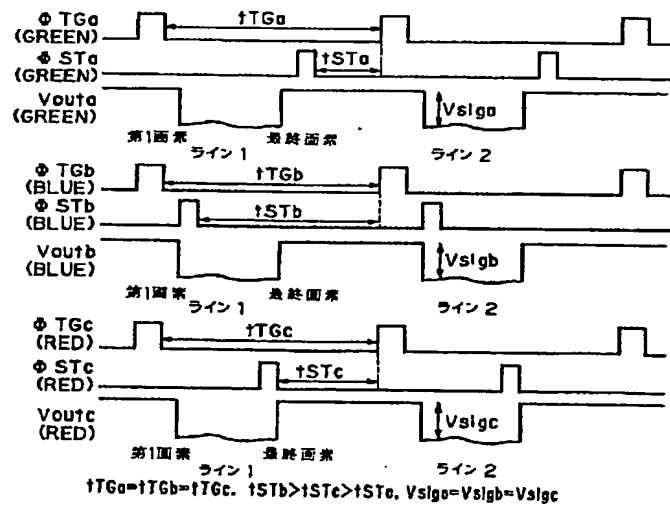
【図19】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

H04N 9/07

識別記号

FI

H04N 1/04

テーマコード(参考)

103Z